

•化学实验•

doi: 10.3866/PKU.DXHX202304010

www.dxhx.pku.edu.cn

高校化学实验室危化品管理探索与实践

闫晓义^{1,2,*}, 谷月^{1,2}, 李霖¹, 马强^{1,2}, 魏士刚^{1,2}, 张志权¹, 郭玉鹏^{1,2}¹ 吉林大学化学学院, 长春 130012² 吉林大学国家级化学实验教学示范中心, 长春 130012

摘要: 随着高校化学实验室综合设计类实验项目的增加, 使得危化品种类及数量逐渐增多。近年来高校化学实验室安全事故频发, 危化品的安全管理已经成为高校化学实验室工作内容中的重要关注点。针对现阶段高校化学实验室危化品管理现状及存在问题, 提出实施三级联动责任及安全检查体系、加强实验室管理梯队建设, 细化危化品购买、储存及使用流程, 以及加强管理平台信息化建设等措施, 有效提升了教师团队和学生的安全责任意识, 并逐步减少了安全隐患, 为化学实验室危化品的安全管理模式提供了一定的借鉴。

关键词: 危化品; 安全管理; 化学实验室

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice of Hazardous Chemicals Management in Chemistry Laboratories of Universities

Xiaoyi Yan^{1,2,*}, Yue Gu^{1,2}, Lin Li¹, Qiang Ma^{1,2}, Shigang Wei^{1,2}, Zhiqian Zhang¹, Yupeng Guo^{1,2}¹ College of Chemistry, Jilin University, Changchun 130012, China.² National Experimental Teaching Demonstrating Center of Chemistry, Jilin University, Changchun 130012, China.

Abstract: With the increase of exploratory projects of comprehensive chemistry laboratory in universities, the types and quantity of hazardous chemicals are increasing. Due to the frequent occurrence of safety accidents in university laboratories, the safety management of hazardous chemicals has become an important concern of chemistry laboratories in recent years. According to the present situation for management and existing problems, this paper proposes a series of countermeasures, including three-level linkage responsibility and safety inspection system, strengthening the construction of laboratory management echelon, refining the process of purchase, store and use of hazardous chemicals, and strengthening the information construction of management platform. It effectively improves the safety responsibility consciousness of the teachers and students, and gradually reduces the hidden danger of laboratory safety, which provides a reference for the safety management mode of hazardous chemicals.

Key Words: Hazardous chemicals; Safety management; Chemistry laboratory

随着双一流及学科交叉建设的不断发展, 高校化学基础实验教学课程体系和目标也不断调整, 开展实验项目所涉及的化学药品种类及数量逐步增多, 其中部分危化品的分类、储存及使用给化学实验室管理带来很大安全隐患^[1-3]。近年来, 高校安全事故频发, 据调查其中由危化品所引发的爆炸燃烧事故占80%以上, 因此危化品的安全管理成为高校化学实验室安全检查的一大重点^[4,5]。本文通

收稿: 2023-04-03; 录用: 2023-05-18; 网络发表: 2023-06-28

*通讯作者, Email: yxy0305@jlu.edu.cn

基金资助: 国家自然科学基金(20974053)

过分析现阶段国内高校化学实验室危化品管理现状及存在问题,结合吉林大学国家级化学实验教学示范中心的安全管理举措和实践体会,探讨如何有效降低危化品所带来的安全隐患。

1 化学实验室危化品管理现状及存在问题

近年来,高校化学实验室危化品安全事故所带来的惨痛教训引人深思,严重影响了化学教学及科研的安全运行^[5,6]。2016年9月,东华大学研究生在实验室进行化学实验时发生爆炸,1名学生受轻微擦伤,另2名学生因实验爆炸致高锰酸钾等灼伤头、面部及眼睛;2019年2月,南京工业大学实验室发生火灾事故;2021年3月31日,中国科学院化学研究所发生爆炸,一名研究生当场死亡;2021年7月13日,南方科技大学一间化学实验室在实验时发生火情,事故造成一名博士后实验人员烧伤。上述血淋淋的教训应该让我们充分认识到化学实验室安全管理已是刻不容缓需要解决的问题。根据《教育部办公厅关于组织开展2023年度高等学校实验室安全检查工作的通知》^[7],国内各高校应该全力做好实验室自查自纠,对发现的问题建立安全隐患台账并进行及时整改,切实保护实验室安全与维护校园稳定。

在近几年专家组的检查工作中,化学实验室危化品安全管理问题主要归结于以下几个方面:

(1) 安全管理、责任追究制度滞后或形同虚设。在检查时发现有些学校原版照抄其他高校化学实验室安全管理制度,无法根据其运行特点及规律切实有效制定符合自身特点的管理制度,造成管理制度执行不力、管理水平低等问题^[8-10]。还有部分高校虽然制定了危化品管理的条例,但实验技术人员未能切实履行工作职责,从而造成“重形式、轻实效”等问题。另一方面,有些高校对于危化品安全检查的监管和执行力度不够,没有形成检查后的及时反馈,致使问题没能得到有效解决;有些高校的安全责任体制相对较弱,无法落实到个人,造成工作人员投入精力不够从而降低了规章制度的执行力^[11]。

(2) 化学实验室安全教育实效差。教学类化学实验室是以本科实验教学为主要功能,在进行学期实验前进行安全教育培训是极为必要的。但是,部分高校对于此种安全培训流于形式,没有让学生充分意识到危化品使用时的注意事项从而产生危险^[12-14]。东华大学爆炸案起因是学生没有充分学习如何正确使用浓硫酸、高锰酸钾等危化品,是安全教育培训实效差的典型案例。

(3) 药品柜及安防基础设施不健全。部分高校的化学药品柜分类不明确,无法根据药品性质及特点分类储存,极易造成燃烧爆炸等安全事故^[15]。还有少数高校的药品柜没有安装通风系统,造成药品室空气质量很差甚至含有毒性,对师生形成很大的潜在安全隐患。此外,有些高校的安防及应急设施存在很大问题^[16],比如实验室缺少灭火器、灭火毯、沙箱、洗眼器以及急救医药箱等设施,对于小规模安全问题不能及时处理以致情况恶化。

2 化学实验室危化品管理实践

由于实验项目繁多、试剂用量较大以及集中采购等原因,高校教学类化学实验室往往采用弹性购置原则从而造成实验课程结束后药品剩余问题,给危化品管理增加困难的同时埋下了安全隐患^[17]。本文通过总结现阶段化学实验室危化品管理存在的问题,结合吉林大学国家级化学实验教学示范中心关于化学实验室安全管理的举措,对国内高校化学实验室危化品管理提出以下几点建议。

(1) 完善安全管理机制,落实三级联动责任体系。

健全的安全管理制度能够有效预防化学实验室安全事故的发生。针对现阶段高校化学实验室危化品管理存在的问题,应该从以下三个方面完善危化品的安全管理制度。① 定期检查,闭环管理。化学实验室应该定期开展安全检查工作,为避免“重形式、轻实效”问题,应实行问题排查、登记、报告、整改的闭环管理。对于危化品存放及使用存在重大安全隐患的化学实验室,应当立即停止运行直至隐患彻底整改消除。② 完善实验项目安全风险评估制度。化学实验室应当对所有教学科研项目进行风险评估,明确危化品使用安全隐患及处理措施,建立人员进入准则和仪器设备管理机制,

切实处理好实验项目中存在危化品安全隐患的问题。③ 实行危化品全流程全周期管理。首先,危化品采购和运输环节需要选择具备优秀资质的厂家和渠道,做到来源清晰可查、运输装卸安全。其次,危化品要使用专有试剂柜存放在专有场所并进行双人双锁制管理,确保使用时专人发放、回收并做好详细记录,明确责任到人到位。然后,使用危化品所产生的废弃物也必须进行统一回收并做好安全风险评估,按照危化品废弃物种类进行科学分类处理。

实验室安全责任制是化学实验室正常运行的重要保障。在完善化学实验室安全管理制度的基础上,应全面落实教育部规定的三级联动责任体制,坚持以“谁主管、谁负责”“谁组织、谁负责”“谁失职、谁负责”为准则,推动分级负责制。① 签订安全责任书。化学实验室应当明确安全责任管理体系,逐级落实责任制,将安全责任细化量化并落实到个人。② 严明奖惩机制。奖惩机制不明确会导致责任书追责制度可行性和执行力下降,因此严格落实奖惩制度势在必行。为保证三级联动责任体制的顺利实施,我校国家级化学实验教学示范中心实施“实验室安全一票否决制”,并将其作为教师、管理人员和实验技术人员岗位评聘、年度考核、晋职晋级、评奖评优的重要指标之一。此外,对于不按岗位要求履职、违反安全操作规程、造成财产及人身伤害的,要对责任人进行问责。通过完善安全责任书和奖惩机制,三级垂直管理体系能够明确责任划分,切实保障化学实验室安全管理工作有条不紊地进行。

(2) 加强危化品教育培训,重视事故应急演练。

目前国内部分高校虽然对学生进行了相应的教育培训,但往往由于学院以及学生双方不重视等因素直接导致教育培训流于形式,实际效果非常差。为进一步提高师生的化学实验室安全意识,安全教育培训可采取引进来(邀请知名专家走进化学实验室安全讲堂)和走出去(到国内实验室安全工作开展得好的高校交流考察)相结合的模式,多方面提升师生对化学实验室安全的重视程度,主动提升实验人员的危化品安全意识,在根本上减少由危化品所带来的潜在隐患。首先,安全教育培训课应该作为学生实验课的第一节课,并且必须采取严格的考试,包括化学实验室基本注意事项、课程体系常见危化品种类及性质、危化品实验防护措施以及安全事故应急处置预案等。只有通过化学实验室安全准入考试者方可进入实验室,不合格者应继续学习,再次参与考核,直至合格后,才可以进入化学实验室学习。其次,学院应对实验指导教师严格执行预实验制度,确保指导教师熟知实验过程中危化品的类别及使用量。在进行实验前,教师可以结合学生课前预习有顺序、有重点地指导学生在每个实验环节中涉及的危化品安全隐患及应对措施,最大限度地消除实验过程中的安全隐患。

“纸上谈兵”启示我们只有将理论与实践相结合才能有效解决实际问题。由于化学实验室事故多发性的原因,学院应当每学期或每年定期进行安全事故演练。安全事故演练首先能够充分体现安全教育培训的实际效果及师生的反应能力,检验学生能否将所学知识运用到实际问题中。此外,安全事故演练可对应急预案本身进行检验,暴露制定预案中存在的缺陷,以便对不足之处进行完善,切实增强应急预案的有效性和可执行性。在演练过程中,应确保每位学生均参与其中,避免仅有少数学生进行实际操作的问题,切实让每个人都感同身受,这样在真正的安全事故来临时才能遇事不乱、处事不惊。在演练结束后,一方面学院应该为学生举办演练交流会,进一步提高学生对危化品安全问题的重视;另一方面学院应该及时总结演练过程中的突发问题,多方协调制定更为合适的应急预案。

(3) 探索危化品管理新模式,加强管理平台信息化建设。

随着交叉学科的逐步形成以及实验项目的多样化发展,危化品的种类和数量不断增加,采购渠道混乱、供应商资质不全、存贮不规范等安全问题日益凸显。针对上述问题,高校化学实验室应该在前期管理经验的基础上,实施化学药品采购、审批、验收、储存、使用、废弃物处理的全生命周期管理模式,构建高效便捷的动态化、信息化管理平台,最大程度上降低化学实验室危化品安全事故风险。其中,采购方面,化学实验室应该严格执行按需采购政策,尽量保证危化品无库存。此外,建议各系所化学实验室对冗余药品建立调剂系统,减少重复购买及不必要的经费消耗,在优化院内

危化品库存量的基础上保证化学实验室的安全高效运行。

在新媒体时代无线互联网技术的蓬勃发展下,可以通过借助二维码、公众号等新媒体实现信息网格模块化管理(图1)。药品储存:化学实验室可以购置药品安全柜(图1a-1c),便于化学药品的分类储存管理。然后将安全柜中的药品种类、存储位置以及库存量等信息制作成表格并生成二维码,通过手机扫描二维码标签即可查询药品信息,有效地提升了化学实验室的运行和管理水平。危化品废弃物处理:① 制作醒目标签(图1d)。根据不同的危化品废弃物制作相应的标签标识,注明化学名称、危险性类别、安全措施及联系人等具体信息,方便源头查找及后续规范化处理。② 二维码标签。在标签上打印二维码,扫描后进一步填写废弃物更为详细的信息并提交汇总至管理平台,然后化学实验室管理者根据废弃物总量及时联系处理厂家进行规范化处置。

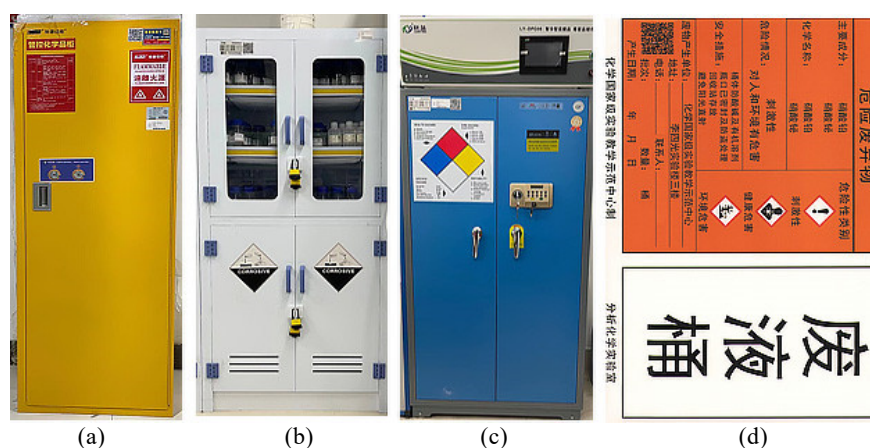


图1 二维码在药品管理和废液处理中的应用

此外,为精细规范化管理危化品的全生命周期管理,化学实验室可以购置智能管控试剂柜(图2b),并借助微信小程序或电脑PC端实现危化品的精细智能化管控。目前,国内化学实验室对危化品的分类存放要求存在理解不到位、执行随意的现象,因而导致混放现象很多,存在安全隐患。尤其是一些化学实验室将易制毒、易制爆化学品分别存放在一个柜子,反而忽略了分类存放最关键的考量因素是配伍禁忌。从配伍禁忌、不能混放的角度出发,化学实验室可以通过物联网管理系统(图2a),在电脑PC端建立报警台账、环境台账、存取台账、预警台账,从而实现智能化监管药品储存和使用。此外,化学实验室也可以借助微信小程序实时监测管控柜的储存环境、存取记录以及柜门台账,实现危化品的远程全天化监控(图2c-2f)。因此,借助微信小程序或电脑PC端能够最大可能地一站式解决化学实验室危化品的储存及信息化管理难题。



图2 智能管控试剂柜及其管理系统

3 结语

随着危化品安全问题逐渐引起高校化学实验室的重视,其全生命周期的精细化管理变得尤为重要。完善健全的的安全管理制度、加强危化品教育培训和事故演练,以及构建信息化高效管理平台对保障化学实验室的安全运行具有重要意义。

高校化学实验室是科学研究和实验教学的重要场所,本文探讨了现阶段国内高校在危化品管理方面存在的问题,并结合吉林大学近两年的实践管理经验提出了有关化学实验室危化品精细化管理的对策建议,为其他高校的化学实验室危化品管理模式提供了有益借鉴。虽然我校近两年在危化品全生命周期管理模式中取得了一定的效果,但仍然存在一些问题需要解决,比如供销商渠道不统一、信息化平台网络建设进展较慢。针对上述存在的问题,我们还需要进一步地深入完善管理模式,真正实现危化品全生命周期的可追溯闭环管理。

参 考 文 献

- [1] 郇建萍,王玉枝,郭栋才,崔坤在,陈四海. 实验室研究与探索, **2021**, 40 (4), 287.
- [2] 何淼,赵明,韩光宇,杨金福. 实验室研究与探索, **2021**, 40 (3), 297.
- [3] 陈星光,高建村,姚伟,闵文宣. 实验技术与管理, **2022**, 39 (2), 226.
- [4] 展宗红,李国栋,张志强,赵东风,路帅. 实验技术与管理, **2021**, 38 (5), 261.
- [5] 庞雪蕾,李亚娟,余旭东,张亚军,赵海燕. 化学教育(中英文), **2021**, 42 (20), 21.
- [6] 马国杰,郭依舒,李仕玉,乔德旗,王志武. 大学化学, **2022**, 37 (2), 2109075.
- [7] 教育部办公厅关于组织开展2023年度高等学校实验室安全检查工作的通知. [2023-04-03].
<http://www.cutech.edu.cn/cn/zxgz/2023/04/1663419247411529.htm?eqid=8156202c0005e09b000000004643363d9>
- [8] 孟令军,李臣亮,姜丹,刘艳. 实验技术与管理, **2019**, 36 (2), 178.
- [9] 刘雪蕾,吕明泉,潘锋. 大学化学, **2020**, 35 (2), 75.
- [10] 季书豫,袁进,王浩,郝京诚. 大学化学, **2021**, 36 (4), 2005030.
- [11] 高文红,孙欢,韩晓敏,陈剑波. 实验技术与管理, **2021**, 38 (6), 282.
- [12] 任笑红,范江洋,夏淑倩,李梦婷,王晓艳. 化学教育(中英文), **2021**, 42 (6), 102.
- [13] 赖璐,朱可佳,李厚金,许先芳. 大学化学, **2020**, 35 (7), 123.
- [14] 许余玲,王继刚,王少康,崔梦晶,曾嘉莹. 实验室研究与探索, **2021**, 40 (6), 291.
- [15] 刘长宏,赵方,宋典达,李树本,朱再明. 实验技术与管理, **2021**, 38 (5), 255.
- [16] 许仪,杨清华. 实验技术与管理, **2021**, 38 (3), 294.
- [17] 王国田,李江,段中霞,赵兵,方文强,袁宇. 职业卫生与应急救援, **2020**, 38 (1), 86.